

전북지방 치과기공실 공기중 및 치과기공사의 뇨중중금속 함량에 관한 연구

이정오 · 이종섭* · 유인수*

원광대학교 치과대학
*원광대학교의과대학 예방의학교실

Study on Heavy Metal Contents in Air of Den Tal Laboratories and Urine of Dental Laboratory Technicians in CHONBUK Area

Chung O Lee · Jong Sub Lee* · Il Soo You*

School of Dental Medicine, Wonkwang University
**Dept of pereventive Medicine, School of Medicine,
Wonkwang University*

ABSTRACT

For this study, I used the urine of 100 dental laboratroty technicians and 24 students in Chonbuk region. The purposes of this study were to investigate concentrations of cadmium (Cd), nickel (Ni) and chromium (Cr) in the air of dental laboratories.

The results were as follows:

1. The concentrations of Cd is 0.0115mg / m³ in the porcelain part, 0.0090mg / m³ in the polishing part, that of Ni is 0.2864mg / m³ in the porcelain part, 0.3188mg / m³ in the polishing part, that of Cr is 0.0448mg / m³ in the porcelain part, 0.1032mg / m³ in the polishing part.
2. The concentrations of Cd, Ni and Cr in the technicians urine are 3.06 μ g / l, 44.55 μ g / l and 14.58 μ g / l. Those of students, urine as the control group are 1.93 μ g / l, 19.05 μ g / l and 7.48 μ g / l. There is significant difference between experimental group and control group (P < 0.01).
3. Watching for age and working place, 31-40 years age group reveals the highest group in the concentrations of Cd. Over 41 year age group represents the highest group in the concentrations of Ni and Cr (P < 0.01)

The concentration of Cd turns up the highest in the partial part and that of Ni and Cr appears the highest in the polishing part (P < 0.01).

Looking into working age, over 7 year group is the highest group in the concentrations of all investigatied(P < 0.05).

I. 서론

인류가 물질문명을 추구해 오면서 모든 금속자원

의 효과적인 이용은 오늘날 과학문명을 창출하였다. 치과계에서 금속 사용이 많은 것은 가격이 저렴하고 견고하기 때문인 것으로 보이며 금속 사용에 의한 부정적인 측면도 나타나게 된다. 치과

기공사들이 소량이긴 하지만 취급하는 과정에서 금속 분진을 흡입 하므로써 직업병을 유발할 수¹⁾ 있으며 환경 오염 요인이 되는 등 보건학적 견지에서 중요한 관심의 대상이 되고 있다.²⁾

치과계에서 많이 쓰이는 중금속인 베릴리움(Be), 티타늄(Ti), 망간(Mn), 코발트(Co), 니켈(Ni), 카드뮴(Cd) 및 납(Pb) 등은 1930년대 부터 이미 암 유발성 금속으로 알려져 왔다.^{3,10)}

이들중 니켈 화합물은 인체에 미량 존재하고 그 생리적 기능에 대해서는 아직 까지도 확실하게 알려져 있지 않으며 니켈의 일반적 독성은 피부의 발적과 결절양 발적을 일으키는 피부염과 흡입 축적으로 인한 폐암과 부비강의 암증을 일으키는 것으로 보고되고 있다.⁴⁾

또한 카드뮴이 생체에 미치는 영향에 관하여는 이미 Johns(1923)⁵⁾ Wilson(1941)⁶⁾ 등을 비롯하여 Tsuchiya(1969)⁷⁾가 Itai-Itai병의 원인 규명을 한 바 있으며 카드뮴이 체내에 들어가면 간에서 메탈로치오닌의 생합성이 촉진되어 해독되나 과량의 카드뮴이 흡입 될 때 메탈로치오닌의 합성이 미처 이루어 지지 않아 중독을 일으킨다고 추정하고 있다.^{1,5)}

이들 중금속이 체내조직에 축적될 때 혈액, 뇨 및 모발 등에 함유된 양을 측정하여 중금속의 중독 여부를 진단하는 방법이 오래전부터 개발되어 활용되고 있다.⁸⁾

치과 기공사들이 이들 중금속을 취급하는 과정에서 발생하는 분진이 호흡기를 통해 흡입되면 체내 조직과 반응하여 불용성 물질을 형성하여 체내에 축적되고^{9,10)} 오염된 작업 환경하에서 근무하는 치과 기공사들은 시간이 흐름에 따라 그 축적량이 증가하기 때문에 본 연구를 하게 되었다.

II. 연구 방법

1. 조사대상

1990년 2월 2일부터 1990년 3월 30일까지 전라북도 소재한 치과 기공소 30군데를 선정하여 이들 근무자중 62명의 뇨를 채취하여 분석하였고, 대조군으로는 원광보건전문대학 치기공과 2학년 24명을 대상으로 뇨를 채취 분석하여 실험결과를 얻었다.

치과 기공실 근무 부서별로 공기중 중금속 농도 측정은 도재부서와 연마부서로 구분하여 측정하

였다.

공기중 중금속 시료채취 방법은 조사 대상자의 호흡기 위치에서 개인용 시료 채취기(Personal Air Sampler)를 부착하여 평균 6시간동안 Glass Fiber Filter에 포집시켰다. 도재부서 15명, 연마부서 13명 총29명을 조사하였다.

2. 분석방법 및 자료처리법

(1) 분석방법

노중 중금속 분석; 실험 대상자의 24시간 뇨를 채취한 뒤 100ml를 취하여 과염소산-질산분해 방법에 의하여 유기물을 분석하였다.

공기중 중금속 채취 및 분해; Personal Air Sampler(MSHA, model. P-400; Dupont. USA)에 Fiber Glass Filter type 934AH 37mm die(USA)를 끼워서 2l/min로 6시간동안 작업장내 공기를 채취하여 과염소산-질산분해 방법에 의하여 분해한 후 시료로 하였다.

(2) 중금속 정량

시료에 증류수를 가하여 50ml가 되게 한 후 Ammonium Citrate (25W/V%) 10ml와 Bromthymol Blue Indicator (0.01W/V%) 2방울을 가한 다음 액상의 색이 황색에서 녹색으로 변할때까지 1:1 Ammonium Hydroxide를 넣어 중화하였다.

위의 시료에 (NH₄)₂SO₄ (40W/V%) 10ml 가 한 후 Separatory Funnel에 넣고 Sodium Diethyl Dithiocarbamate (10W/V%) 10ml, Methyl Isobutyl Ketone (M.I.B.K) 20ml를 넣은 후 10분동안 격렬하게 흔든 후 방치하여 M.I.B.K.층을 분리하였다.

위의 액을 가열판에 놓고 휘산시킨 후 0.1N Hcl 을 가한 후 Verian Spectr AA-30 (Austriaria)을 이용하여 Table 1과 같은 조건하에서 분석하였다.

Table 1. Analysis conditions in atomic absorption spectrophotometer.

Elements Condition	Cadmium	Nickel	Chromium
Lamp Current (nA)	4	7	4
Slit width (nm)	0.5	0.2	0.2
Wave length (nm)	228.8	357.9	232.0

III. 결과

1. 근무 부서별 공기중 카드뮴, 니켈 및 크롬농도

연구 대상인 치과 기공소의 근무 부서별 공기중 카드뮴, 니켈 및 크롬의 농도는 Table 2와 같다.

카드뮴의 공기중 농도는 도재 부서와 연마 부서에서 각각 $0.0115 \pm 0.0026 \text{ mg/m}^3$, $0.0090 \pm 0.0095 \text{ mg/m}^3$ 로 나타났다.

니켈은 연마 부서에서 $0.3188 \pm 0.1036 \text{ mg/m}^3$, 도재부서에서 $0.2864 \pm 0.0903 \text{ mg/m}^3$ 로 나타났다.

작업장 공기중 크롬 농도는 도재 부서와 연마 부서에서 각각 $0.0448 \pm 0.0072 \text{ mg/m}^3$, $0.1032 \pm 0.0270 \text{ mg/m}^3$ 로 나타났다($P < 0.01$).

2. 실험군과 대조군간의 뇨중 카드뮴, 니켈 및 크롬농도의 비교

치과 기공사(실험군)와 학생(대조군)간의 뇨중 카드뮴, 니켈 및 크롬을 분석한 결과는 Table 3과 같다.

실험군 뇨중 카드뮴 함량은 $3.06 \pm 0.91 \mu\text{g/l}$ 이었고, 대조군은 $1.93 \pm 0.35 \mu\text{g/l}$ 의 농도를 보였다($P < 0.01$).

실험군 뇨중 니켈함량은 $44.55 \pm 14.84 \mu\text{g/l}$ 이었고, 대조군은 $19.05 \pm 3.19 \mu\text{g/l}$ 의 농도를 보였으며, 유의한 차가 있었다($P < 0.01$).

실험군 크롬농도는 $14.58 \pm 2.76 \mu\text{g/l}$ 이었고, 대조군은 $7.48 \pm 2.38 \mu\text{g/l}$ 의 농도를 보였고 실험군과 대조군간의 크롬함량은 유의한 차이를 보였다($P < 0.01$).

3. 연령별 뇨중 카드뮴, 니켈 및 크롬농도

연령별 뇨중 카드뮴 농도는 거의 비슷한 분포로 나타났다. 31-40세가 $3.28 \pm 0.91 \mu\text{g/l}$ 로 가장 높았고 41세이상 $3.04 \pm 0.55 \mu\text{g/l}$, 21-30세가 $2.68 \pm 0.87 \mu\text{g/l}$ 로 나타났다. 연령별 카드뮴 농도는 유의한 차가 없었다.

니켈 농도는 41세 이상이 $56.58 \pm 16.83 \mu\text{g/l}$ 로 높은 농도를 보였고, 31-40세가 $47.6 \pm 14.56 \mu\text{g/l}$

Table 2. Cadmium, nickel and chromium concentrations of air in each working place.

(Unit: mg/m³)

Working place	Cadmium(TLV:0.05)	Nickel(TLV:1.0)	Chromium(TLV:0.5)
Porcelain part	0.0115 ± 0.0026 (0.0084 ~ 0.0167)	0.2864 ± 0.0903 (0.2115 ~ 0.5317)	0.0448 ± 0.0072 (0.0319 ~ 0.0594)
Ploishing part	0.0090 ± 0.0095 (0.042 ~ 0.0181)	0.3188 ± 0.1036 (0.0245 ~ 0.5166)	0.1032 ± 0.0270 (0.0397 ~ 0.1370)
F. Value	0.936	0.806	65.025**

**p < 0.01 (); Range mean±S.D.

*TLV; Threshold limit value(ACGIH; American conference of governmental industrial hygienists 1988-89).

Table 3. Urinary cadmium, nickle and chromicom concentrations by each group.

(Unit: μg/l)

Group	Cadmium	Nickel	Chromium
Experimental group(N=62)	3.06 ± 0.91 (1.72 ~ 5.19)	44.55 ± 14.84 (23.19 ~ 72.19)	14.58 ± 2.76 (10.01 ~ 25.11)
Control group(N=24)	1.93 ± 0.35 (1.24 ~ 2.5)	19.05 ± 3.19 (13.19 ~ 24.15)	7.48 ± 2.38 (3.98 ~ 12.17)
F. Value	6.69**	21.64**	1.35**

**p < 0.01 mean±S.D.

g/l, 21-30세가 $36.19 \pm 10.79 \mu\text{g/l}$ 로 나타났고 연령에 따른 니켈 농도는 유의한 차이가 있었다($P < 0.05$).

크롬 농도는 41세 이상이 $18.38 \pm 2.13 \mu\text{g/l}$ 를 나타냈고, 21세-30세 $15.16 \pm 3.63 \mu\text{g/l}$, 31-40세가 $13.71 \pm 1.50 \mu\text{g/l}$ 로 나타났다.

연령별 크롬 농도는 유의한 차가 있었다($P < 0.01$, Table 4).

4. 근무 부서별 뇨중 카드뮴, 니켈 및 크롬농도

뇨중의 카드뮴 농도는 국부의치 부서와 도재 부서에서 높은 농도를 보였다.

국부의치 부서 $3.83 \pm 0.24 \mu\text{g/l}$ 와 도재 부서의 $3.50 \pm 0.93 \mu\text{g/l}$ 로 나타났고, 관교의치 부서에서는 $2.49 \pm 0.32 \mu\text{g/l}$ 와 연마 부서에서는 $2.39 \pm 0.74 \mu\text{g/l}$ 로 제일 낮은 농도로 나타났고, 부서별에 따른 카드뮴 농도는 유의한 차이를 보였다($P < 0.01$).

뇨중 니켈농도는 국부의치 부서에서 $60.61 \pm 11.48 \mu\text{g/l}$, 관교의치 부서에서는 $50.83 \pm 15.07 \mu\text{g/l}$, 도재 부서에서는 $38.65 \pm 11.94 \mu\text{g/l}$, 연마부

서에서는 $37.62 \pm 10.75 \mu\text{g/l}$ 로 연마 부서에서 니켈의 농도가 가장 낮은 것으로 나타났다. 국부의치 부서와 관교의치 부서에서 니켈 농도가 높게 나타난 것은 니켈합금을 많이 사용하기 때문에 농도가 높은 것으로 본다.

부서에 따른 니켈 농도는 유의한 차이가 있었다($P < 0.01$).

뇨중의 크롬 농도는 연마 부서에서 $17.35 \pm 3.74 \mu\text{g/l}$ 로 농도가 제일 높은 것으로 나타났고, 국부의치 부서에서는 $14.42 \pm 1.06 \mu\text{g/l}$ 관교의치 부서에서는 $14.08 \pm 1.37 \mu\text{g/l}$, 도재 부서에서는 $13.33 \pm 2.11 \mu\text{g/l}$ 로 농도가 낮았다. 작업 부서에 따른 뇨중 크롬 농도는 유의한 차이를 보였다. ($P < 0.01$, Table 5).

5. 근무 연수별 뇨중 카드뮴, 니켈 및 크롬농도

근무 연수별 뇨중 카드뮴 농도는 5-6.9년이 $3.29 \pm 0.91 \mu\text{g/l}$, 7년이상이 $3.24 \pm 0.89 \mu\text{g/l}$, 3-4.9년이 $2.81 \pm 0.89 \mu\text{g/l}$, 3년 이하는 $2.42 \pm 0.66 \mu\text{g/l}$ 로 나타났고, 근무 연 수 별 카드뮴 농도는 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$).

Table 4. Urinary cadmium, nickel and chromium concentrations by age.

(Unit; $\mu\text{g/l}$)

Age	Metal	Cadmium	Nickel	Chromium
30 (N = 21)		2.68 ± 0.87	36.19 ± 10.79	15.16 ± 3.63
31 ~ 40 (N = 36)		3.28 ± 0.91	47.76 ± 14.56	13.71 ± 1.50
41 ~ (N = 5)		3.04 ± 0.55	56.58 ± 16.83	18.38 ± 2.13
F.Value		3.045	0.940*	8.703**

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ mean \pm S.D.

Table 5. Urinary cadmium, nickel and chromium concentrations by working place.

(Unit; $\mu\text{g/l}$).

Working place	Metal	Cadmium	Nickel	Chromium
Crown & bridge part (N=15)		2.49 ± 0.32	50.83 ± 15.07	14.08 ± 1.37
Porcelain part (N=24)		3.50 ± 0.93	38.65 ± 11.94	13.33 ± 2.11
Polishing part (N=14)		2.39 ± 0.74	37.62 ± 10.75	17.35 ± 3.74
Partial (N=9)		3.83 ± 0.24	60.61 ± 11.48	14.42 ± 1.06
F. Value		14.25**	9.482**	9.080**

** $P < 0.01$ mean \pm S. D.

Table 6. Urinary cadmium, nickel and chromium concentration by working age.

(Unit; $\mu\text{g/l}$)

working age	Metal	Cadmium	Nickel	Chromium
~ 3 (N=12)		2.42 ± 0.66	34.98 ± 10.72	14.70 ± 4.29
3 ~ 4.9 (N=6)		2.81 ± 0.89	40.89 ± 14.39	13.81 ± 1.73
5 ~ 6.9 (N=16)		3.29 ± 0.91	43.10 ± 12.19	14.30 ± 1.92
7 (N=28)		3.24 ± 0.89	50.27 ± 15.84	14.86 ± 2.62
F. Value		3.204*	3.637*	0.300

* $P < 0.05$ mean ± S. D.

근무 년수별 니켈 농도는 7년 이상이 $50.27 \pm 15.84 \mu\text{g/l}$, 5-6.9년은 $43.10 \pm 12.19 \mu\text{g/l}$ 의 농도를 보였고 3-4.9년은 $40.89 \pm 14.39 \mu\text{g/l}$ 의 농도를 나타냈고, 3년 이하의 그룹은 $34.98 \pm 10.72 \mu\text{g/l}$ 의 농도를 보였으며, 근무 년수별 뇨중 니켈 농도는 유의한 차이를 보였다. ($p < 0.05$).

근무 년수별 크롬 농도는 7년이상 그룹은 $14.86 \pm 2.62 \mu\text{g/l}$, 3년이하의 그룹은 $14.70 \pm 4.29 \mu\text{g/l}$, 5-6.9년의 그룹은 $14.30 \pm 1.92 \mu\text{g/l}$, 농도를 보였고 3-4.9년의 그룹은 $13.81 \pm 1.73 \mu\text{g/l}$ 의 농도를 보였다(Table 6).

IV. 고찰

카드뮴은 출생시 인체에 거의 존재하지 않으나 환경 오염의 폭로 정도에 따라 점차적으로 체내에 축적되며, 과잉 축적은 단백뇨, 위장 및 혈액량 감소를 가져오며 골격의 무기질 감소증과 운동을 유발시킬 수 있다.^{1,6)}

본 연구에서 뇨중 카드뮴의 농도는 $3.06 \mu\text{g/l}$ 로써 대조군의 $1.93 \mu\text{g/l}$ 및 정상인⁶⁾이 $0.9 \sim 2.0 \mu\text{g/l}$ 보다 높은 성적을 보였다. 이와 같이 높은 성적을 보이고 있는 것은 기공실에서 기공물을 제작할 때 분진과 광금속 입자들이 비산되는 것으로 본다.

특히 도재 기공시 도재 재료에 카드뮴이 함유하고 있기 때문인 것으로 본다. 니켈은 지속적인 폭로에 따라 피부염, 습진, 알레르기 증상이 나타날 수 있으며 체내에서 니켈의 축적정도가 증가됨에 따라 본 연구 결과와 일치하는 것을 볼 수 있었다. 크롬 역시 증가되어 가고 있다.^{3,4)} 본 연구 결과와 일치하는 것을 볼 수 있었다.

기공실에서 사용되는 합금중 니켈에 대한 크롬의

비율이 3.2%인 합금은 강한 세포 독성을 나타낼 수 있다.²⁰⁾

본 조사에서 뇨중 니켈의 농도는 $44.55 \mu\text{g/l}$ 로써 대조군의 $19.05 \mu\text{g/l}$ 및 정상인⁴⁾의 $15 \sim 30 \mu\text{g/l}$ 보다 높은 성적을 보인 것도 기공실에서 사용되는 니켈-크롬의 합금중 니켈이 67~98%의 조성으로 되어 있기 때문에 실제로 체내 니켈 함량을 측정하기 위해서는 뇨중 함량 뿐 아니라 니켈의 체외 방출의 대부분을 차지하는 대변이나 땀에서의 조사도 지속적으로 이루어져야 한다.³¹⁾

크롬은 지속적인 폭로의 경우 호흡기가 가장 중요한 침입구의 역할을 하며 3가 크롬보다 6가 크롬이 체내흡수의 대부분을 차지하며 체내에서 독성이 강한 3가 크롬으로 환원된다. 특히 비중격 부위의 점막에 크롬이 침착하면 처음에는 괴양을 유발하고 더 진행되면 천공이 생긴다. 배설은 주로 뇨중 배설이 주 경로로서 주사한 크롬의 약80%가 뇨로 배설되었으며³¹⁾ 폭로 정도를 파악하기 위해서는 공기중의 크롬 농도를 측정하는 것이 가장 좋은 방법이다.

본 조사에서 나타난 공기중 크롬농도는 $0.0319 \sim 0.1370 \text{mg/m}^3$ 으로 8시간 허용농도인 0.5mg/m^3 을 초과하고 있지는 않았으나 뇨중 크롬 농도가 $14.58 \mu\text{g/l}$ 로써 대조군의 $7.48 \mu\text{g/l}$ 및 정상인의 $10 \mu\text{g/l}$ 보다 높은 농도로 나타났다. 또한 차¹⁸⁾의 보고와 같이 크롬에 노출되는 기간이 길수록 뇨중 크롬 함량은 증가하고 있었으며 이에 대하여 Takizawa³¹⁾는 환경개선을 통하여 감소시키거나 개인에 대한 보호구 착용 등 자율적인 건강관리가 필요하다고 하였다.

따라서 산업보건 관리면에서 초과 기공사에 대한 지속적인 예방관리와 건강관리가 효과적으로 이루어져야 하며 공학적이고 효율적인 배기장치가 요구

된다.

참 고 문 헌

- 1) 김영환, 배은상, 임국환 : 카드뮴 중독 白鼠에서 아연이 간 및 신장의 축적 변화와 혈중 Alkaline Phosphatase 활성도에 미치는 영향, 대한보건 협회지, 9:133, 1983.
- 2) Kobota J, Cu, Zn, Cd and Pb human blood, arch Environ health, 16;788, 1968.
- 3) IARC working group on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to man. Nickel and inorganic nickel compounds In: IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to man, Lyon: IARC 2:126, 1973.
- 4) Stokinger, H E Nickel Inclayton G.D and clayton F.E (eds), pattys industiral hygiene and toxicology; Vol. II A, 3rd revised Ed. New York. john wiley & sons. Inc, 1687-1724, 1981.
- 5) Johns, C.O. and Finks, A.U., Chronic intoxication by small quantities of cadmium chloride in the diet, J. pharmacol. and Exper, Therap., 21 : 59, 1923.
- 6) Wilson, R.H. and cox, A.J., Effects of continued cadmium feeding, J. pharmacol. and Exper, Therap. 71 : 211, 1941.
- 7) Tsuchiya, K., Causation of ouch-ouch diseases, part II, Epidemiology and evaluation, Keio, J. Med. 18:195, 1969.
- 8) Butt, E.M. Trace metal levels in human serum and blood, arch Environ health, 8 : 52, 1964.
- 9) Kopito L, Lead in hair of children with chronic lead poisoning, New England Journal of Medicine, 276 : 949, 1967.
- 10) 황인담, 기노석, 이정상, 이상규 : Nickel 화합물이 인혈배양 임파구의 자매염색분체교환 및 염색체 이상에 미치는 영향, 대한산업의학 회지, 1 : 1 : 46, 1989.
- 11) Brodman, K., A.J. Erdmann, Jr., and H.G. Wolff, The Cornell Medical Index An Adjunct to Medical Interview. J.A.M.A. 140; 530, 1949.
- 12) Erdmann, Jr., A.J., K. Brodman, I. Lorge, and H.G. Wolff, "Cornell Medical Index-health Questionnaire V. Outpatient Admitting Department of a General Hospital." J.A.M.A., 149; 6; 550, 1952.
- 13) Suzuki, S. Aokis. Kusakar, J. Relationship between the scale of the Cornell Medical Index and the Todai health. Jap J Public health, 26:161-168, 1979.
- 14) Aoki, S. Study of the Validity of the Health questionnaire, THI: The means of evaluation in the discriminative diagnosis of psychosomatic disease by THI. Jap J Hugiene, 34:766-776, 1980.
- 15) 백선우 : 우리나라 일부 생산직 및 사무직 여성 근로자의 건강상태 비교조사, 이화여자대학, 건강교육학과 석사논문, 1987.
- 16) 이명선 : 산업재해 발생에 영향을 미치는 건강 요인에 관한 연구, 연세대학교 대학원 보건학 박사논문, 1989.
- 17) 이영환, 조혜순 : THI(Todail health Index)에 의한 산업장 근로자들의 건강 실태조사, 보건학논집, 35:128, 1983.
- 18) 차성수 : 치과 기공실 공기중 및 기과기공사의 혈액, 뇨중 중금속 함량에 관한 연구, 대한치과 기공학회지, 10 : 11, 1988.
- 19) Kendrey G. Roe FJC, Cadmium Toxicology, Lancet June, 1;1206, 1968.
- 20) 동진근 : 치관 수복용 Ni-cr합금의 세포독성에 관한 연구, 경희대학교 대학원 치의학과 예방치과학 전공 박사학위 논문, 1986.
- 21) William, J.E., Pneumoconiosis and exposures of dental laboratory technicians, AJPH, 74;11;1252, 1984.
- 22) Robinson, D, Monk C & Bailey A, The relationship between serum gamm-glutamyltranspeptidase level and reported alcohol consumption in healthy men, J study Alcohol, 40:896, 1979.
- 23) 이세훈, 김형아, 박정일, 이병국, 이광목, 조규상 : 원자 흡광기를 이용한 건강한 한국인의 혈중 카드뮴 농도, Korean J. occup. Health, 25:4, 1986.

- 24) 이강숙, 황산니켈과 염화니켈요액을 사고로 섭취한 전기도금 작업자에의 급성 니켈독성, Korean J. occup. Health, 27:4, December, 1988.
- 25) 염용태 : 우리나라 산업장 작업환경 및 직업병 현황의 분석연구, 대한산업회지, 1 : 39, 1988.
- 26) 이광목 : 환경과 중금속, 카톨릭대학 의학부 논문집, 41 : 2 ; 475, 1988.
- 27) 이동원 : 치과 기공실에서 발생하는 분진이 폐조직에 미치는 영향, 대한치과 기공학회지, 7:61, 1985.
- 28) 김윤신 : 실내공기 오염에 관한 보건학적 고찰, 대한보건 협회지, 9:27, 1983.
- 29) Theodore D. sterling, chris collett, and Elia M. sterling "Environmental Tobacco smoke and Indoor air Quality in modern office work Environments". Journal of occupational medicine, 29:1:58, 1987.
- 30) WHO. The first ten years of the WHO, 1958.
- 31) Takizawa, A. Chromium concentration in urine of workers and ambient air of chromium electric plating factors in Japan. Asia conf. Occup. Health, 34:9, 1979.